

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-157366

(P2001-157366A)

(43) 公開日 平成13年6月8日 (2001.6.8)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコ-ト* (参考)
H 0 2 J 7/00		H 0 2 J 7/00	B 5 G 0 0 3
H 0 1 M 10/44		H 0 1 M 10/44	A 5 H 0 3 0

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-337675

(22) 出願日 平成11年11月29日 (1999. 11. 29)

(71) 出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72) 発明者 水田 徹

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内

(74) 代理人 100074354

弁理士 豊栖 康弘

Fターム(参考) 5G003 AA01 BA03 CA01 CA11 CB01

CC02 DA07 DA13 EA05 FA08

GC05

5H030 AA03 AA04 AA08 AS20 BB01

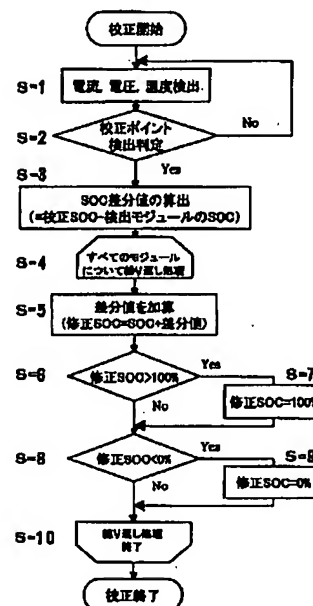
BB21 DD08 FF41

(54) 【発明の名称】 組電池の充放電制御方法

(57) 【要約】

【課題】 各々の電池モジュールの過充電と過放電を防止して、各々の電池モジュールの相対残存容量を正確に校正する。

【解決手段】 組電池の充放電制御方法は、直列に接続された複数の電池モジュールの相対残存容量を演算しながら充放電する。さらに、充放電制御方法は、充放電しているいずれかひとつの特定電池モジュールが校正ポイントに達するときに、特定電池モジュールの演算された相対残存容量を、校正ポイントの標準容量に校正する。さらに、他の電池モジュールの演算された相対残存容量も、特定電池モジュールと同じ校正値で校正する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 直列に接続された複数の電池モジュールを、相対残存容量を演算しながら充放電する方法において、充放電しているいずれかひとつの特定電池モジュールが校正ポイントに達すると、特定電池モジュールの演算された相対残存容量を校正ポイントの標準容量に校正すると共に、他の電池モジュールの演算された相対残存容量を、特定電池モジュールと同じ校正值で校正することを特徴とする組電池の充放電制御方法。

【請求項2】 特定電池モジュールが充電校正ポイントに達したときに、相対残存容量が大きい一部の電池モジュールの演算された相対残存容量を、校正值で校正する請求項1に記載される組電池の充放電制御方法。

【請求項3】 特定電池モジュールが放電校正ポイントに達したときに、相対残存容量が小さい一部の電池モジュールの演算された相対残存容量を、校正值で校正する請求項1に記載される組電池の充放電制御方法。

【請求項4】 特定電池モジュールが充電校正ポイントに達したときに、相対残存容量が大きい順番に半分の電池モジュールの演算された相対残存容量を校正し、特定電池モジュールが放電校正ポイントに達したときに、相対残存容量が小さい順番に半分の電池モジュールの演算された相対残存容量を校正する請求項2および3に記載される組電池の充放電制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、直列に接続している複数の電池モジュールの相対残存容量を演算しながら充放電させる方法に関する。

【0002】本明細書において「相対残存容量」は、電池モジュールに充電できる最大の充電容量である最大充電容量に対して、放電できる容量である残存容量の割合を示す値を意味する。

【0003】

【従来の技術】複数の電池モジュールを直列に接続している組電池は、各々の電池モジュールの過充電と過放電を防止しながら充放電して、電池の劣化を有効に防止できる。このことを実現するには、各々の電池モジュールの相対残存容量を演算する必要がある。全ての電池モジュールの相対残存容量が、0～100%となる範囲で充放電して、過充電と過放電を防止できる。さらに、相対残存容量が、たとえば、20～80%の範囲で使用して、電池性能の低下を極めて少なくできる。

【0004】複数の電池モジュールを直列に接続している組電池は、全ての電池モジュールの相対残存容量が同じになるようには充放電できない。充放電させるにしたがって、各々の電池モジュールの最大充電容量と演算された残存容量とにばらつきができるからである。最大充電容量が大きい電池モジュールは、同じ放電量であって

も残存容量が大きくなる。全ての電池モジュールを所定の相対残存容量の範囲で充放電させるには、各々の電池モジュールの相対残存容量を正確に検出し、組電池の充放電を制御する必要がある。

【0005】各々の電池モジュールの相対残存容量は、各々の電池モジュールの電圧と電流を検出して演算できる。また、電池電圧を検出して、電池が満充電され、あるいは完全に放電されたことも検出できる。完全に放電した電池モジュールを満充電されるまで充電するとき、充電電流の積算値に充電効率をかけて最大充電容量を検出できる。また、満充電した電池を完全に放電するときの放電電流の積算値で電池モジュールの最大充電容量を検出できる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような方法で各々の電池モジュールの相対残存容量を検出する方法は、全ての電池モジュールの過充電と過放電を防止しながら、各々の電池モジュールの最大充電容量を正確に検出できない欠点がある。それは、最大充電容量に差がある電池モジュールを直列に接続して充電すると、最大充電容量が小さい電池モジュールが先に満充電されるので、最大充電容量が大きい電池モジュールが満充電されるまで充電すると、最大充電容量の小さい電池モジュールが過充電されるからである。

【0007】反対に、最大充電容量に差がある電池モジュールを直列に接続して放電すると、最大充電容量が小さい電池モジュールが先に完全に放電されるので、最大充電容量が大きい電池モジュールが完全に放電されるまで放電すると、最大充電容量の小さい電池モジュールが過放電される。

【0008】本発明は、従来のこのような欠点を解決することを目的に開発されたものである。本発明の重要な目的は、各々の電池モジュールの過充電と過放電を防止して、各々の電池モジュールの相対残存容量を正確に校正できる組電池の充放電制御方法を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の組電池の充放電制御方法は、直列に接続された複数の電池モジュールの相対残存容量を演算しながら充放電する。さらに、充放電制御方法は、充放電しているいずれかひとつの特定電池モジュールが校正ポイントに達したときに、特定電池モジュールの演算された相対残存容量を、校正ポイントの標準容量に校正する。さらに、他の電池モジュールの演算された相対残存容量も、特定電池モジュールと同じ校正值で校正する。

【0010】本発明の充放電制御方法は、特定電池モジュールが充電校正ポイントに達したときに、全ての電池モジュールを校正するのではなくて、相対残存容量が大きい一部の電池モジュールの演算された相対残存容量

を、校正値で校正することもできる。また、特定電池モジュールが放電校正ポイントに達したときに、相対残存容量が小さい一部の電池モジュールの演算された相対残存容量を、校正値で校正することもできる。

【0011】さらに、本発明の充放電制御方法は、特定電池モジュールが充電校正ポイントに達したときに、相対残存容量が大きい順番に半分の電池モジュールの演算された相対残存容量を校正して、特定電池モジュールが放電校正ポイントに達したときに、相対残存容量が小さい順番に半分の電池モジュールの演算された相対残存容量を校正することもできる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。ただし、以下に示す実施例は、本発明の技術思想を具体化するための組電池の充放電制御方法を例示するものであって、本発明は充放電制御方法を以下のものに特定しない。

【0013】図1は、本発明の充放電制御方法に使用する回路を示している。この図の装置は、組電池1と、この組電池1の相対残存容量を検出すると共に、組電池1の充放電を制御する充放電制御装置3と、充放電制御装置3で検出した相対残存容量を表示する残存容量表示器4とを備える。

【0014】本発明の充放電制御方法は、電気自動車に使用される。ただ、電気自動車以外の用途にも使用できる。電気自動車に使用される組電池は、多数の二次電池を直列に接続している。二次電池は、ニッケル-カドミウム電池、ニッケル-水素電池、またはリチウムイオン二次電池等である。

【0015】充放電制御装置3は、演算回路5と制御回路6と劣化情報記憶回路7を内蔵している。演算回路5は、電池の電圧と、電流と、温度を検出して相対残存容量を演算する。相対残存容量は、各々の電池モジュール2に充電できる最大の容量である最大充電容量に対する残存容量で演算される。電池の温度は温度センサーで検出される。この温度センサーは、各々の電池モジュール2に接近して配設され、あるいは各々の電池モジュール2に接触して設けられる。電池に流れる電流は、電池と直列に接続している電流検出抵抗（図示せず）に発生する電圧を増幅して検出する。充電電流と放電電流は、電流検出抵抗に発生する $+$ が逆になるので、 $+$ の極性で充電と放電を識別できる。複数の二次電池を直列に接続している組電池は、各々の二次電池の電圧と温度とを別々に検出し、あるいは、複数の二次電池を直列に接続した電池モジュール2を1ユニットとして、電圧と温度を検出する。

【0016】演算回路5は、劣化情報記憶回路7に記憶される劣化情報から、あるいは、所定の時間間隔で、満充電した電池モジュール2を完全に放電し、あるいは、完全に放電した電池モジュール2を満充電して、電池の

最大充電容量を演算する。劣化情報から最大充電容量を演算する方法は、電池モジュール2を満充電する必要がなく、また、完全に放電する必要もなく、速やかに最大充電容量を演算できる。

【0017】劣化情報から最大充電容量を演算するには、たとえば、電池モジュール2の内部抵抗を検出して、内部抵抗から最大充電容量を演算する。電池モジュール2は劣化すると内部抵抗が大きくなると共に、最大充電容量が減少する。電池モジュール2の内部抵抗は、劣化する状態と関連しているので、内部抵抗から最大充電容量を演算することができる。内部抵抗に対する劣化情報は劣化情報記憶回路7に記憶させる。演算回路5は、電池モジュール2の内部抵抗を検出し、この内部抵抗を劣化情報に比較して、最大充電容量を演算する。

【0018】電池モジュール2の内部抵抗は、電池モジュール2に流れる電流と電圧から検出できる。内部抵抗による電圧降下が、電池モジュール2の出力電圧を低下させるからである。内部抵抗による電圧降下は、電池モジュール2に電流を流さないときの出力電圧と、電池モジュール2に所定の電流を流す状態での出力電圧との差から演算できる。電圧降下を電流で割ると内部抵抗が演算される。

【0019】さらに、演算回路5は、所定のタイミングになると、全ての電池モジュール2を満充電した状態から完全に放電されるまで放電して最大充電容量を演算することもできる。この方法で最大充電容量を演算する方法は、たとえば、メモリ効果で一時的に最大充電容量が減少する電池、たとえば、ニッケル-カドミウム電池やニッケル-水素電池に適している。満充電した電池を完全に放電して最大充電容量を演算するときに、メモリ効果による容量の一時的な減少を回復できるからである。電池を満充電して完全に放電させる演算回路5は、充放電制御装置3を制御して、電池を満充電した後、完全に放電する。そして、満充電された電池が完全に放電されるまでの放電電流を積算して最大充電容量を演算する。

【0020】満充電した電池を完全に放電させて最大充電容量を演算する演算回路5は、タイマーで最大充電容量を検出するタイミング、すなわち、最大容量検出タイミングを設定している。タイマーが、最大容量検出タイミングになると、電池を満充電し、その後完全に放電して最大充電容量を演算する。

【0021】以上の方法で最大充電容量を検出する方法は、最大充電容量の小さい電池モジュール2を過充電し、あるいは過放電させる可能性がある。ただし、この方法は、実際には、電池モジュール2を相対残存容量が100%となるまで満充電することなく、また、相対残存容量が0%になるまでは完全に放電しないで、最大充電容量を演算できるので、必ずしも最大充電容量の小さい電池モジュール2を過充電し、あるいは過放電するとは限らない。それは、たとえば、電池モジュール2の相

対残存容量が80%程度となり、あるいは20%程度となったことが、電池電圧を検出して比較的正確に検出できるからである。

【0022】たとえば、ニッケル-水素電池やニッケル-カドミウム電池を急速充電すると、充電電流により変化するが、相対残存容量が約80~90%となったときに、電池電圧がピーク電圧となる。このため、電池モジュール2の相対残存容量が80~90%となったことは正確に検出できる。また、相対残存容量が10~20%に減少したことも、放電電流によって変化するが比較的正確に検出できる。このため、電池モジュールを満充電に近い状態まで充電して、完全放電に近い状態まで放電して、最大充電容量を検出できるので、この方法によっても、必ずしも最大充電容量の小さい電池モジュールを過充電し、あるいは過放電することはない。ただ、この方法は、最大充電容量の小さい電池モジュールを、深く充放電するので、電池を極めて長寿命に使用することからすると、決して好ましくないのが、誤差が問題にならないかぎり、長い時間間隔で検出するのがよい。

【0023】さらに、満充電した電池を完全に放電して最大充電容量を演算する演算回路5は、相対残存容量が放電上限値となる回数が設定された回数となり、あるいは、充電下限値となる回数が設定された回数となるタイミングに、最大充電容量を演算することもできる。この方法は、電池の相対残存容量が設定された回数だけ充電下限値になったときに、充電下限値を越えて電池を満充電し、その後完全に放電して最大充電容量を検出することができる。また、電池の相対残存容量が充電下限値に達する回数が設定された値になるときに、放電上限値を越えて電池を完全に放電させて、最大充電容量を演算し、また、演算している相対残存容量を補正することもできる。

【0024】さらに、図に示す演算回路5は、充電容量から放電容量を減算して、残存容量を演算する。充電容量は、充電電流の積算値と充電効率との積で演算される。放電容量は放電電流の積算値で演算できる。残存容量が演算されると、残存容量/最大充電容量で相対残存容量を演算する。

【0025】以上の方法で、演算回路5は相対残存容量を演算するが、演算された相対残存容量は、時間が経過すると誤差が累積して大きくなる。相対残存容量の誤差は、たとえば、電池モジュール2のばらつきによる充電効率の変動等が原因で発生する。充電効率は常に一定の値ではなく、たとえば、電池モジュール2の温度や、満充電に近くなった電池の発熱量等で変化する。

【0026】演算回路5は、各々の電池モジュール2の相対残存容量を校正して、累積誤差を少なくする。演算回路5は、組電池1を充電するとき、放電するとき相対残存容量を校正する。ただ、充電するときのみ、あるいは放電するときのみに相対残存容量を校正すること

もできる。

【0027】組電池1を充電して電池モジュール2の相対残存容量を校正する方法は、組電池1を充電しているときに、いずれかひとつの特定電池モジュールが充電校正ポイントに達すると、特定電池モジュールの相対残存容量を充電校正ポイントの容量に校正する。充電校正ポイントの容量は、たとえば80~90%とする。ニッケル-カドミウム電池やニッケル-水素電池は、急速充電されると、相対残存容量が80~90%となるときに、電池電圧がピーク電圧となってこの状態を正確に検出できる。また、リチウムイオン二次電池は、相対残存容量の増加と共に電池電圧が上昇するので、電池電圧を検出して、充電校正ポイントの容量を正確に特定できる。

【0028】特定電池モジュールが充電校正ポイントに達すると、この電池モジュールの相対残存容量を充電校正ポイントの標準容量に校正すると共に、他の電池モジュールの相対残存容量も、同じ校正値で校正する。たとえば、特定電池モジュールが80%の充電校正ポイントに達したとき、演算された相対残存容量が75%であると、校正値である+5%加算して80%に校正される。したがって、他の電池モジュールも、演算した相対残存容量に同じ校正値の+5%を加算して校正する。たとえば、他の電池モジュールの演算した相対残存容量が73%、72%、71%であったとすると、これ等の電池モジュールの相対残存容量は、順番に78%、77%、76%に校正する。ただし、校正された相対残存容量が100%を越えるときは、100%に校正する。

【0029】組電池1を放電して電池モジュール2の相対残存容量を校正する方法は、組電池1を放電しているときに、いずれかひとつの特定電池モジュールが放電校正ポイントに達すると、特定電池モジュールの相対残存容量を放電校正ポイントの標準容量に校正する。放電校正ポイントの標準容量は、たとえば10~20%とする。放電校正ポイントに達したことは、電池モジュールの電圧を検出して判定する。

【0030】特定電池モジュールが放電校正ポイントに達すると、この電池モジュールの相対残存容量を放電校正ポイントの標準容量に校正すると共に、他の電池モジュールの相対残存容量も、同じ校正値で校正する。たとえば、特定電池モジュールが20%の放電校正ポイントに達したとき、演算された相対残存容量が23%であると、校正値である-3%を加算して20%に校正される。したがって、他の電池モジュールも、演算した相対残存容量に同じ校正値の-3%を加算して校正する。たとえば、他の電池モジュールの演算した相対残存容量が22%、21%であったとすると、これ等の電池モジュールの相対残存容量は、順番に19%、18%と校正する。ただし、校正された相対残存容量が0%未満のときは、0%に校正する。

【0031】図2は、演算回路5が最大充電容量を校正

するフローチャートを示している。このフローチャートは以下のステップで、演算された相対残存容量を校正する。

【S1のステップ】このステップで、演算回路5は各々の電池モジュール2の電流と電圧と温度を検出する。

【S2のステップ】このステップで、演算回路5は、いずれかの電池モジュール2が校正ポイントに達したかどうかを判定する。いずれかの電池モジュール2が校正ポイントに達するまでS1とS2のステップをループする。

【S3のステップ】特定電池モジュールが校正ポイントに達すると、校正ポイントの標準容量（校正SOC）から、特定電池モジュールの演算された相対残存容量（検出モジュールのSOC）を減算して、校正ポイントの容量との差である校正值（SOC差分値）を演算する。

【S4、5のステップ】全ての電池モジュール2の演算された相対残存容量に、校正值を加算して校正する。

【S6、7のステップ】校正した修正SOCが100%を越え、100%に修正する。

【S8、9のステップ】校正した修正SOCが0%以下になると、0%に修正する。

【S10のステップ】以上のステップを繰り返し処理して終了する。

【0032】以上のフローチャートは、全ての電池モジュール2の演算された相対残存容量に校正值を加算して校正している。ただし、演算回路5は、かならずしも全て電池モジュール2の演算された相対残存容量に校正值を加算して校正する必要はない。たとえば、充電するときに、相対残存容量が大きい順に半分の電池モジュールの相対残存容量を校正し、放電するときに相対残存容量が小さい半分の電池モジュールの相対残存容量を校正することもできる。

【0033】演算回路5は、制御回路6を制御して組電池1を充放電させる。演算回路5は制御回路6を制御して、全ての電池モジュール2の相対残存容量が、放電上限値よりも大きく、充電下限値よりも小さくなる範囲、すなわち、充放電許容範囲となるように充放電させる。放電上限値と充電下限値は演算回路5に内蔵される半導体メモリ等の記憶素子（図示せず）に記憶している。

【0034】放電上限値は、電池モジュール2を放電させるときに、電池の劣化を最小にできる値、たとえば、最大充電容量の10～40%、さらに好ましくは20～30%に設定する。放電上限値を低く設定するほど、実際に電池を放電できる容量が増加する。反対に放電上限値を高くすると、電池の実質放電容量は少なくなるが、電池の劣化を少なくできる。

【0035】充電下限値は、満充電された状態よりも相対残存容量が小さくなる状態であって、電池を充電するときの劣化を最小にできる値、たとえば、最大充電容量の60～90%、好ましくは70～80%に設定する。

充電下限値を高く設定するほど、実際に電池を充電できる容量は増加する。反対に充電下限値を低くすると、電池の実質放電容量は少なくなるが、電池の劣化を少なくできる。

【0036】放電上限値と充電下限値は、電池に要求される寿命と要求される放電容量とを考慮して前述の範囲で最適に設定される。さらに、演算回路5は、放電上限値と充電下限値を一定の値とはしないで、電池の最大充電容量によって、放電上限値と充電下限値を変更することもできる。この方法は、電池の実質的に放電できる容量を大きく保持しながら、電池の劣化を少なくするためである。

【0037】図3は、最大充電容量によって放電上限値と充電下限値を変更する状態を示している。この図に示すように、電池の最大充電容量が矢印で示すように減少すると、演算回路5は、放電上限値を小さく、充電下限値を大きくして、充放電許容範囲を広げる。この図において、演算回路5は、最大充電容量が減少すると、放電上限値を最大充電容量の30%から20%に変更して、充電下限値を70%から80%に変更する。

【0038】以上のように、放電上限値と充電下限値を変更すると、電池の最大充電容量が2/3に減少しても、実質的に充放電できる容量は減少しない。最大充電容量が減少したときに、どの程度に放電上限値と充電下限値を変更するかは、電池の用途、電池の種類、最大充電容量、放電電流、充電電流等を考慮して最適値とする。ただし、いかなる用途においても、放電上限値は完全に電池が放電されず、また充電下限値は最大充電容量の100%よりも小さく設定される。電池の急激な劣化を防止するためである。

【0039】残存容量表示器4は、演算回路5から出力される相対残存容量を、液晶等のモニタに表示し、あるいは、発光ダイオードの点数や発光色で表示する。残存容量表示器4は、最大充電容量に対する相対値として相対残存容量を表示する。

【0040】制御回路6は、演算回路5に制御されて電池の充放電を制御する。制御回路6は、電池の相対残存容量が充放電許容範囲にあるときは、放電スイッチと充電スイッチの両方をオンにして、充電と放電を許容する。相対残存容量が放電上限値以下になると、放電スイッチをオフにして放電を禁止し、充電スイッチをオンにして充電を許容する。また、電池の相対残存容量が充電下限値以上になると、放電スイッチをオンにして放電を許容し、充電スイッチをオフにして充電を禁止する。

【0041】放電上限値と充電下限値は、最大充電容量によって変化するので、制御回路6は、演算回路5からの信号に制御されて、電池を充放電許容範囲で充放電させる。

【0042】以上詳述したように、図の回路は、電池モジュール2の最大充電容量を演算回路5で検出し、電池

モジュール2の最大充電容量によって放電上限値と充電下限値とを変更し、電池の相対残存容量が充放電許容範囲になるように、制御回路6で組電池1の充放電を制御する。

【0043】

【発明の効果】本発明の組電池の充放電制御方法は、各々の電池モジュールの過充電と過放電を防止しながら、各々の電池モジュールの相対残存容量を正確に校正できる特長がある。それは、本発明の充放電制御方法が、充放電しているいずれかひとつの特定電池モジュールが校正ポイントに達すると、特定電池モジュールの演算された相対残存容量を校正ポイントの標準容量に校正して、他の電池モジュールの演算された相対残存容量も、特定電池モジュールと同じ校正値で校正するからである。この方法で各々の電池モジュールの相対残存容量を校正する方法は、いずれかひとつの電池モジュールが校正ポイントまで充電され、あるいは放電されると、充電や放電

を停止するので、最大充電容量の小さい電池モジュールが過充電されたり、あるいは過放電されることがない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例の組電池の充放電制御方法に使用する回路を示す回路図

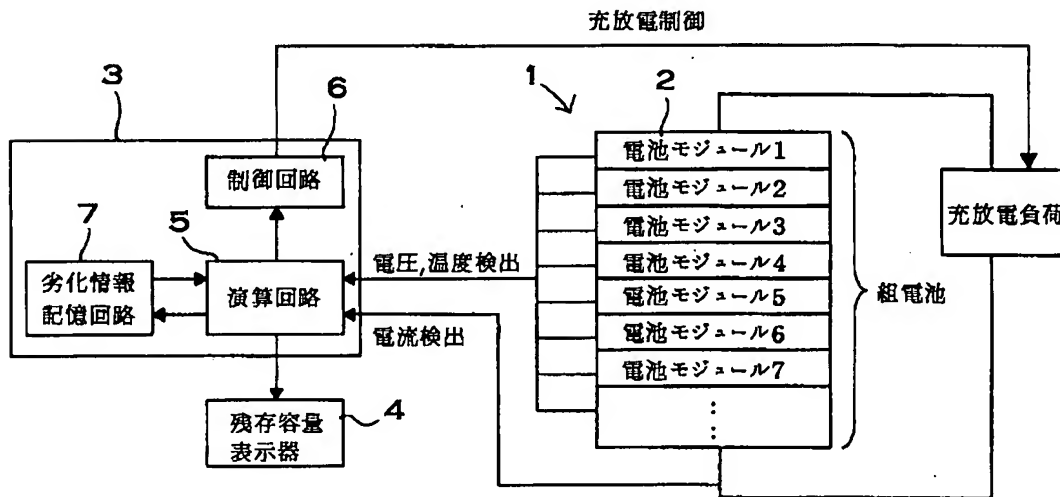
【図2】演算回路が最大充電容量を校正する工程を示すフローチャート図

【図3】最大充電容量によって放電上限値と充電下限値を変更する状態を示すグラフ

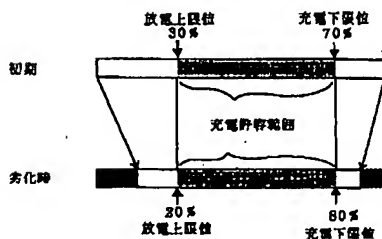
【符号の説明】

- 1…組電池
- 2…電池モジュール
- 3…充放電制御装置
- 4…残存容量表示器
- 5…演算回路
- 6…制御回路
- 7…劣化情報記憶回路

【図1】



【図3】



【図2】

